

## 知識物件上傳表

計畫名稱：能源部門因應氣候變遷調適策略研析

上傳主題：日本能源業者因應氣候變遷調適案例

提報機構：台灣綜合研究院

提報時間：103 年 3 月 31 日

與計畫相關	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 是 <input type="checkbox"/> 2. 否
國別	<input type="checkbox"/> 1. 國內 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 國外：(日本)
能源業務	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 能源政策(包含政策工具及碳交易、碳稅等) <input type="checkbox"/> 2. 石油及瓦斯 <input type="checkbox"/> 3. 電力及煤碳(包含電力供應、輸配、煤炭、核能等) <input type="checkbox"/> 4. 新及再生能源 <input type="checkbox"/> 5. 節約能源(包含工業、住商、運輸等部門) <input type="checkbox"/> 6. 其他
能源領域	<input type="checkbox"/> 1. 能源總體政策與法規 <input type="checkbox"/> 2. 能源安全 <input type="checkbox"/> 3. 能源供需 <input type="checkbox"/> 4. 能源環境 <input type="checkbox"/> 5. 能源價格 <input type="checkbox"/> 6. 能源經濟 <input type="checkbox"/> 7. 能源科技 <input type="checkbox"/> 8. 能源產業 <input checked="" type="checkbox"/> 9. 能源措施 <input type="checkbox"/> 10. 能源推廣 <input type="checkbox"/> 11. 能源統計 <input type="checkbox"/> 12. 國際合作
決策知識類別	<input type="checkbox"/> 1. 建言 (策略、政策、措施、法規) <input checked="" type="checkbox"/> 2. 評析(先進技術或方法、策略、政策、措施、法規) <input type="checkbox"/> 3. 標竿及統計數據：技術或方法、產業、市場等趨勢分析 <input type="checkbox"/> 4. 其他：
重點摘述	<p>鑑於 311 東日本大地震事件，日本東京燃氣與關西電廠兩家能源業者在因應氣候變遷的調適工作上開始著重於供應鏈的風險管理、提升設施調適能力、建置相關防災體系、風險評估以及新產品服務的開發，以減低氣候衝擊的影響。本文整理研析日本能源業者調適案例，提供我國可參考之建議與作為整理如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 多元化供應來源，並促使能源事業單位間達成緊急互相支援的協議</li> <li>2. 開發災害分析管理系統，事先針對狀況沙盤推演</li> <li>3. 開發需求面管理之相關產品及服務</li> <li>4. 提高燃料採購之靈活性及多元性</li> <li>5. 建立防災體系，含對策小組、應變中心及企業合作體系</li> <li>6. 開發再生能源及相關儲能系統</li> </ol>

<p>詳細說明</p>	<p>本文分別針對日本東京燃氣公司與日本關西電廠推動氣候變遷調適案例進行介紹，內容包含：企業簡介、調適策略規劃及我國推動能源部門氣候變遷調適可供參考的建議。其中在調適策略規劃部分，進一步針對各事業單位於：(1)調適推動機制、(2)策略規劃方向、以及(3)針對供應鏈風險、提升設施調適能力、新產品服務與研究發展的實際措施進行評析。藉由日本能源業者調適案例，提供我國能源部門調適推動參考。</p> <p><b>(一)日本東京燃氣</b></p> <p><b>1. 企業簡介</b></p> <p>東京燃氣公司成立於 1885 年，總公司位於東京都港區，約有近八千名員工，主要業務為產銷液化天然氣、電力供應以及爐具銷售與安裝等。業務範圍包含東京、神奈川縣、埼玉縣、千葉縣、茨城縣、櫛木縣與群馬縣等，其天然氣輸配管總長達 59,575 公里，用戶約有一萬餘戶，每年銷售燃氣約 152 億萬立方公尺<sup>1</sup>。</p> <p><b>2. 調適策略規劃</b></p> <p><b>(1) 推動機制</b></p> <p>東京燃氣公司主要由總公司負責規劃、執行相關措施，並將事故、災害等相關風險與影響導入企業風險評估，重複計畫→執行→檢視→改善(Plan-Do-Check-Act, PDCA)的循環，藉以識別公司需改善之項目。</p> <p><b>(2) 策略規劃方向</b></p> <p>由東京燃氣公司的企業社會責任 (Corporate Social Responsibility; CSR) 報告<sup>2</sup>與「東京燃氣集團的能源與未來展望」報告<sup>3</sup>顯示，其發展策略可分為供應鏈的風險管理、穩定與安全的燃氣生產供應、客戶能源解決方案(滿足客戶與社會責任需求)、新技術開發及保護資訊系統。</p> <p>供應鏈的風險管理策略包含分散與不同供應商或國家採購、採購不同類型原料(如頁岩氣)，及透過參與供應鏈上游業務，整合上、下游市場。穩定與安全的燃氣生產供應策略包含提升基礎設施的安全性、興建新天然氣接收站、定期檢查各種管線供應設施及發展緊急維修系統等。為滿足客戶與社會責任，東京燃氣公司提出客戶能源解決方案，其包含層面較廣泛，於公司內細分為四個專責部門負責。其中生活能源部相關策略包含推廣環保業務、促進低碳社會、與客戶建立密切關係、提供安全使用燃氣之產品；銷售部之策略包含推廣高效能熱水器、家用發電系統(ENE-FARM)、暖地板等設備；能源解決方案事業部之策略主要為提供客戶客製化的服務，提高客戶之能源使用效率；廣域銷售部則為擴展東京燃氣公司在全國的銷售範圍。新技術開發之策略主要為透過技術發展，穩定與安全的供應天然氣，包含災害警報系統、再生能源、緊急發電系統之開發。保護資訊系統之策略主要為確保平時與災害發生時的資訊安全與不間斷，支持業務正常運作。</p>
-------------	--

<sup>1</sup>東京燃氣公司網頁，<http://www.tokyo-gas.co.jp>

<sup>2</sup>東京燃氣公司，2012 年，「Tokyo Gas CSR Report 2012」

<sup>3</sup>東京燃氣公司，2012 年，「The Tokyo Gas Group's Vision for Energy and the Future」

### (3) 實際措施

#### A. 供應鏈的風險管理

為了確保有穩定且低價之天然氣來源，避免受全球對天然氣的需求增加影響，東京燃氣公司認為要確保穩定的天然氣來源，解決之道即為「多元化」，因此主要施行措施以分散採購與拓展海外業務為主。以常規天然氣來說，目前主要採購國集中在亞太地區等政治穩定區域，包含馬來西亞、澳洲、汶萊、印尼；部份則由俄國與卡達提供，以簽訂 15 年以上長期合約保障購買權利；未來則將可能與北美採購。除常規天然氣，亦將非常規天然氣如頁岩氣或煤層氣列入採購目標，目前可望從加拿大進口頁岩氣。另積極參與美國頁岩氣的開發、評估參與西班牙科爾多瓦省（Provincia de Córdoba）頁岩氣開採的可能，並與美國進行談判，期能以較低成本收購美國的頁岩氣；分散採購來源，避免單一國家之災害導致天然氣供應匱乏。

在採購天然氣的運輸方面，東京燃氣公司目前擁有八艘運輸船，已可滿足自身需求，並可為其他公司提供代輸服務。此外，為確保本國災害發生時可靈活調配資源，東京燃氣公司於 2012 年 6 月與靜岡市燃氣公司、日本國際石油開發公司達成協議，若遭遇緊急狀態燃氣可互相支援，進一步強化天然氣運輸網路避免風險。

#### B. 供應鏈的風險管理

為提升能源供給設施因應氣候變遷衝擊之能力與提升燃氣供應安全，東京燃氣公司提出預防、應急、復原三階段防護，以期災害來臨時，可將損害與對客戶的影響降到最低。

其中在預防部分，藉由改善硬體設施之抗震性與成立 24 小時安全指揮中心；並以 311 東日本大地震之震度與海嘯強度檢討內部設計之標準，提升液化天然氣儲罐安全、天然氣儲罐地下化、在天然氣儲罐內部安裝觀測裝置、汰換腐蝕管線、改用高抗震輸配管、提高運輸車之安全性等，並定期實施災害演練，確保安全性和災難預防。此外，東京燃氣公司開發了災害分析系統，可輸入假定之事故，如天然氣洩漏或火災，並輸入氣候條件，將擴散源或火災的情況定量化，計算出可能遭受影響之地區與程度，可用於定量風險分析<sup>4</sup>。在應急方面則透過加裝地震感應裝置，當地震發生時，可透過遠端操作可停止單一住宅、建築物或整個區域的天然氣供應，盡量減少災害造成的不便與影響。在家庭和小型企業用戶端，則透過智慧燃氣表，當地震強度大於 5 或是出現異常的氣體洩漏時，智慧燃氣表可自動停止供應燃氣。而復原方面則建立災害救援與支援系統，除儘快恢復燃氣供應外，亦開發移動燃氣發電設備，可優先提供醫院等場所緊急需求，直到能源供應恢復正常。計畫至 2020 年，若再次遇到類似 311 東日本大地震之災害，可將恢復期從 55 天降為 30 天以內，降低對災區的影響<sup>5</sup>。

<sup>4</sup>東京燃氣公司，「より一層の安全・安心を目指して」，[http://www.tokyo-gas.co.jp/techno/stp3/02a12\\_j.html](http://www.tokyo-gas.co.jp/techno/stp3/02a12_j.html)

<sup>5</sup>日本經濟新聞，2012 年，「東京ガス、30 日以内の復旧めざす 大震災どう乗り越える（2）」，<http://www.nikkei.com/article/DGXNZO39370310W2A300C1L83000/>



### C. 掌握氣候變遷所帶來的新產品及服務

東京燃氣公司針對氣候變遷所推出的新產品包含開發家庭能源管理系統(Home Energy Management System, HEMS)、提高熱水器效能、推廣的家用發電系統(ENE-FARM)等，新服務為提供客戶客製化的能源服務等，其中，家庭能源管理系統可利用遠端監控家裡的燃氣、水及電的使用量，並可顯示 CO<sub>2</sub> 的排放量，得知家用能源使用情形是否異常；熱水器效能的提高，以廢熱回收將綜合效率從 80% 提升至 95% 為主；此外並開發同時擁有天然氣與太陽能系統的熱水器，避免熱水供應受天氣影響，除加熱水之外，亦可透過熱水加熱地板，加強太陽能的運用。ENE-FARM 家用發電系統，亦稱為家用燃料電池；透過燃燒氫氣持續供電，是世界上第一個商業化的燃料電池，每小時可提供 700 瓦的電力，自 311 東日本大地震後，其銷售量有逐步上升趨勢。新款的 ENE-FARM 具有獨立運轉的功能，即使停電也可持續運轉，不會受到天氣和時間的限制，但若是燃料來源停止供應，仍無法運轉且還有安裝成本較高及空間需求大的問題，因此目前家用發電系統的還是以太陽能發電為主流，ENE-FARM 定位為補充電源。目前 ENE-FARM 已銷售超過四萬台，未來是否能進一步普及，關鍵在於技術是否能有突破性的進展，使得發電量增加並降低價格<sup>6</sup>。

客製化的能源服務主要為依據客戶的個別狀況，輔導客戶提升其能源安全及效率，降低二氧化碳排放。如協助工業部門將鍋爐燃料從石油改為天然氣、協助商業部門使用電熱共生系統、協助交通部門使用天然氣車等。亦會針對客戶之現況設計其節能計畫，其節能改造之費用，可藉由節能省下之成本抵銷。

### D. 加強能源研究發展

東京燃氣公司能源領域的研究，包含燃料電池、氫氣提取技術、再生能源(包含生質能氣化與發酵)、開採可燃冰/甲烷冰所含之甲烷等項目，以下將介紹這幾項研究。

燃料電池可用於電熱共生系統，如 ENE-FARM 家用發電系統，希望朝向低成本及高耐用性方面發展。氫氣可作為 ENE-FARM 家用發電系統的燃料，故氫氣的提取亦有相當發展性，氫氣提取技術是則利用水合反應，將天然氣轉為 CO<sub>2</sub> 與 H<sub>2</sub>，再利用氫分離膜將其分離。再生能源的研發除太陽能外，亦著重於生質能研究。氣化方面使用培養蘑菇使用之培養基為原料，經過乾燥、造粒程序，以高溫將其氣化，產生 H<sub>2</sub>、CO、CH<sub>4</sub> 等氣體，可直接作為燃料。發酵則以藻類為燃料，發酵後即可產生甲烷，其殘渣可作為肥料，未來技術將擴大可發酵的原料，可望利用廢紙、垃圾等固體廢棄物發酵。可燃冰亦稱為甲烷水合物、天然氣水合物或甲烷冰，主要生產於低溫高壓的環境，大量存在於海底和永凍土帶，研究分析日本近海之可燃冰可提供日本 100 年的天然氣使用量。目前東京燃氣公司已積極參與可燃冰的開採開發研究，以期未來可將此技術商業化，並可提升能源安全。

<sup>6</sup>中日友好環境中心，2012 年，「燃料電池“ENE-FARM”能否普及成為家庭新能源？」，  
<http://www.china-epc.cn/zrjhjhz/zcyj/3533.html>

### 3. 推動能源部門氣候變遷調適可供參考的建議

從東京燃氣公司調適策略的規劃與措施，可看出其認為最重要的是維持設備安全及天然氣之穩定供應。由於日本已發生數次頗具規模之地震，故其設備之安全性主要以地震作為假想事件，雖地震非氣候變遷所引起，但其強化與預防地震之相關措施，亦可降低氣候變遷所造成之衝擊。

建議我國可參考之措施，在供應鏈風險管理方面，包含分散能源採購來源、投資能源產地之能源開發、促使類似能源事業單位達成緊急互相支援的協議。於提升設施調適能力方面，除加強設施抗災能力外，亦可開發災害分析系統事先針對狀況沙盤推演，或是推動智慧能源網，可遠端或自動停止特定區域之能源供應。但相關功能相當依賴快速的資訊傳遞，未來若要發展，必須建置穩健的資訊系統。在掌握氣候變遷所帶來的新產品及服務方面，較屬於需求面的因應，與目前主要關注的供應端因應相關性較少，但建議未來還是可以參考東京燃氣的措施，發展獨立家用發電系統或推出能源服務計畫；前者可降低客戶斷電時的不便，後者可輔導廠商、住宅使用節能產品，同時亦可降低碳排放量。加強能源研究發展方面，則建議投入再生能源、頁岩氣開發或是可燃冰開採的項目。但在頁岩氣、可燃冰的開採，仍需同時考量天然氣洩漏及造成環境負擔的問題。

## (二) 日本關西電廠

### 1. 企業簡介<sup>7</sup>

關西電力公司成立於 1951 年，總公司位於大阪三丁目區，主要業務包含電力、供熱與燃氣供應。服務城市包含京都府、大阪府、滋賀縣、兵庫縣、奈良縣、和歌山縣、福井縣、三重縣，用戶約有 1348 萬戶，每年銷售電量約 1,510 億 kWh，其輸配電線總長超過 14.8 萬公里，擁有 1579 個變電所。

### 2. 調適策略規劃

#### (1) 推動機制

根據關西電力公司的企業社會責任(CSR)報告<sup>8</sup>，關西電力公司認為風險管理對於公司的營運相當重要，其風險管理的推動基礎建立在「關西電力公司集團風險管理條例」，成立「風險管理委員會」負責管理關西電力公司集團的風險，提供建議予執行部門。自 2011 年 3 月發生日本大地震後，關西電力公司於同年 6 月在事務部下成立防災事務組，負責促使各部門合作，推動各項預防與重建措施。

#### (2) 策略規劃方向

關西電力公司的 CSR 報告與「關西電力公司長期成長戰略 2030」報告<sup>9</sup>指出，關西電力公司設定之使命是為客戶提供高品質、低成本的電力，並且提出「S+3E」的觀點，也就是在確保安全(Safety)的前提下，

<sup>7</sup>關西電力公司網站，<http://www.kepco.co.jp/index.html>

<sup>8</sup>關西電力公司，2012 年，「CSR 企業社會責任報告」，<http://www1.kepco.co.jp/corporate/csr/index.html>

<sup>9</sup>關西電力公司，2010 年，「關西電力公司長期成長戰略 2030」，<http://www.kepco.co.jp/corporate/strategy/index.html>

兼顧能源安全(Energy Security)、經濟(Economy)以及環境保護(Environmental Conservation)。

發展策略可分為供應鏈的風險管理、穩定與安全的提供產品及服務、掌握氣候變遷所帶來的新產品及服務及加強能源研究發展。供應鏈的風險管理策略包含強化自身運輸船隊、簽訂長期合約及投資燃料開採等。提升設施調適能力包含設立設備防災對策小組、災害應變中心及企業合作等防災體制。新技術開發之策略主要為開發電力管理系統及投資國外電力事業。能源發展策略則包含提升發電效率、開發再生能源、蓄電池及太陽輻射量預測系統等。

### **(3) 實際措施**

#### **A. 供應鏈的風險管理**

自 311 東日本大地震後，日本停止大部分核能電廠運作，使火力電廠使用率增加，石油、煤炭、天然氣消耗量亦增加，故為了確保能源安全，穩定的燃料採購計畫更為重要。於石油採購運輸方面，以往多是由國內船隻配送到各電廠，但發現可能因各電廠油耗突然增加，使得運輸調度困難，故從 2012 年 7 月起，石油將透過遠洋船從海外基地直接運輸到電廠，並為此添購新的運輸船。於燃煤採購方面，除盡力確保於韓國與中國的煤炭中繼站的穩定外，亦建立煤炭配送系統，方便依各電廠用量調配煤炭配送的量，並盡力提高採購系統的靈活性。天然氣採購方面，除與可靠供應商簽訂中長期合約，亦視情況進行現貨採購，並自 2012 年起參與上游天然氣開採、液化，建立天然氣運輸船隊，整合天然氣生產、運輸系統，確保有足夠的採購量。

#### **B. 提升設施調適能力**

為提升能源供給設施因應氣候變遷衝擊之能力，關西電力公司提出的基本方針為強化設備耐候性與建立快速恢復的防災體制，並對地震與海嘯的發生性進行評估。其於 2011 年 311 東日本大地震後於「東日本大地震災後復原對策促進會議」決議設置「設備防災對策小組」，負責研究相關對策。另於不同災害發生前或後成立不同緊急程度的防災中心，如颱風等預期會產生災害前設置警戒中心；若是發生大地震則成立特別災害指揮中心，提升災害應變能力，並與中部、北陸、中國、四國、九州等電力公司達成合作協議，災害發生時可互相支援與協助。針對供電系統則建立網狀輸配電網，若僅單一輸電線路損壞，即可快速從另一邊供應，降低停電的可能性。自福島核電廠事故後，亦全面檢討核能系統適應能力。包含外部電源設備的耐震性、交流、直流電源的多樣性強化、可移動式冷卻水設備、研討浸水對策等，以提升民眾對核能的信賴。此外，亦對關西進行海嘯與地震發生性評估，並以 311 東京大地震強度與引發海嘯等級，研擬關西電廠可能發生問題與對策。

#### **C. 掌握氣候變遷所帶來的新產品及服務**

關西電力公司的新產品與服務主要為開發電力管理系統及投資國外電力事業。新開發的電力管理系統，讓客戶可以隨時隨地查詢當期電費、過去電費、當期與前一年同期電費比較及二氧化碳排放量等資



訊。此外，亦公佈日浮動電價機制，直接明確告訴客戶尖峰時段電價可能是離峰時段電價的六倍，以經濟誘因促使客戶分散電力使用時間，鼓勵夜間充電，降低尖峰用電量。投資國外電力事業部分，關西電力公司在中國、越南、印尼、新加坡、印度及紐西蘭等國家投資，包含水力、風力、火力及太陽能等發電廠，運用其自身知識、經驗與技術，協助其他國家降低二氧化碳排放。

#### **D. 加強能源研究發展**

關西電力公司於能源研究方面，包含提升發電效率、開發再生能源、蓄電池及太陽輻射量預測系統等。發電效率主要由設備升級為複循環發電系統提升，該系統結合蒸氣渦輪機與燃氣渦輪機，將熱效率從 42% 提升至 60%，顯著降低電力係數；而於 2008 年起亦開發使用生質燃料與煤混燒系統。再生能源係以太陽能為主要研發項目，開發太陽能板與底座製成模組，增加施工效率並降低成本，預計在 2013 與 2014 年各完成一輸出功率為 500 kW 左右的太陽能電廠。由於再生能源輸出的發電量會因為天氣因素，在很短時間內產生變化無法恆定，關西電力公司打算藉由研發高儲能與效能的蓄電池，調節電力輸出的量。太陽輻射量預測系統(Sorarion)係關西電力公司與京都大學合作開發太陽輻射量預測系統，以數值模式分析天氣狀況、雲層分佈和太陽的位置等資訊預測太陽輻射量，在大阪甚至可以 0.5 公里的網格，詳細預測各地的太陽輻射量，亦可推算日照時數。

### **3. 推動能源部門氣候變遷調適可供參考的建議**

從關西電力公司調適策略的規劃與措施，可以看出其認為最重要的是維持穩定的燃料來源及建立災害應變體制。除公司本身設置防災對策小組及災害應變中心，關西電力公司希望透過政府主辦防災演練，協調於災後發生後優先修復道路，以便儘速恢復電力供應。

建議我國可參考之措施於供應鏈風險管理方面，包含強化運輸能力及整合生產與運輸系統，如建構專有運輸船隊、投資燃料開採事業、期貨與現貨交替購買等，提高燃料採購的靈活性。於提升設施調適能力方面，建議可設立防災對策小組、建立網狀輸配電網及全面檢討電力系統耐候性，加快災後復原速度，並降低停電的可能性。於掌握氣候變遷所帶來的新產品及服務方面，建議可參考關西電力公司開發的電力管理系統，方便客戶查詢歷史電力資料，並考慮實施差別電價，以經濟誘因促使客戶降低尖峰用電量。加強能源研究發展方面，則建議投入開發蓄電池系統或其他儲能系統。除補強太陽能及風力等再生能源的恆定性，亦可在離峰時段儲存電能，於尖峰時段使用。

註：1.請計畫執行單位上傳提供較具策略性的知識物件，不限計畫執行有關內容。

2.請計畫執行單位每季更新與上傳一次，另有新增政策建議可隨時上傳。

3.文字精要具體，量化數據盡量輔以圖表說明。